

# Geopolymeer binder

## en hun bijdrage voor het halen van het Betonakkoord

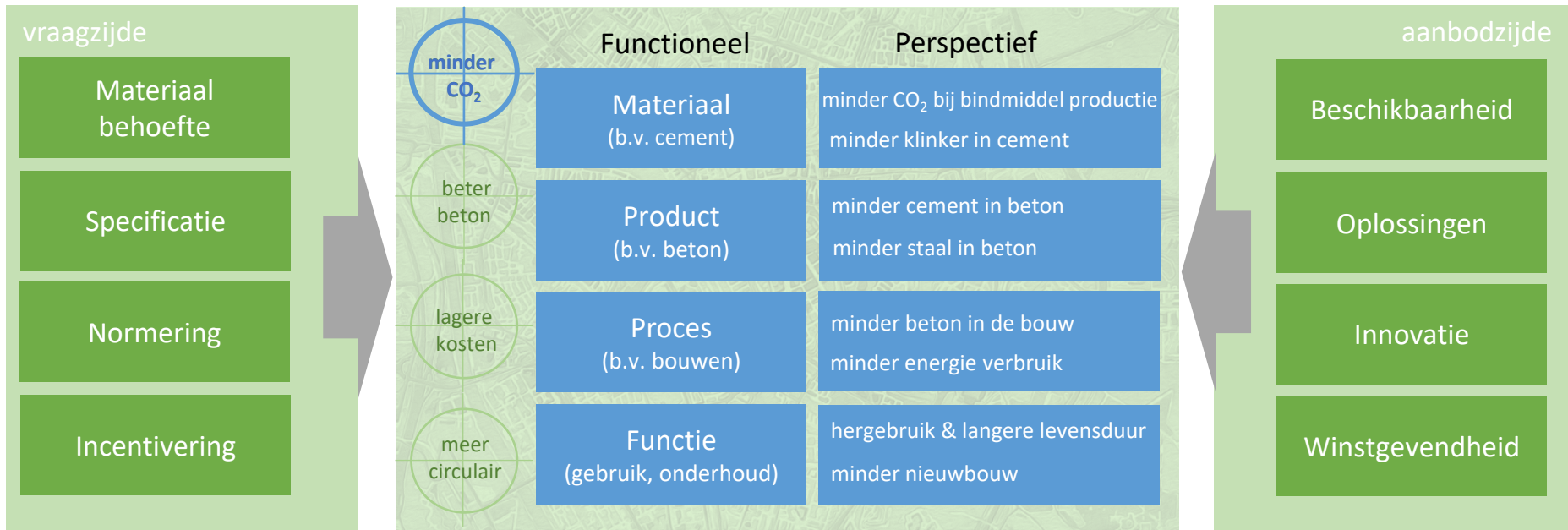
Dr.-Ing. Anja Buchwald



# Road Map CO<sub>2</sub> Strategische benadering



BETONAKKOORD

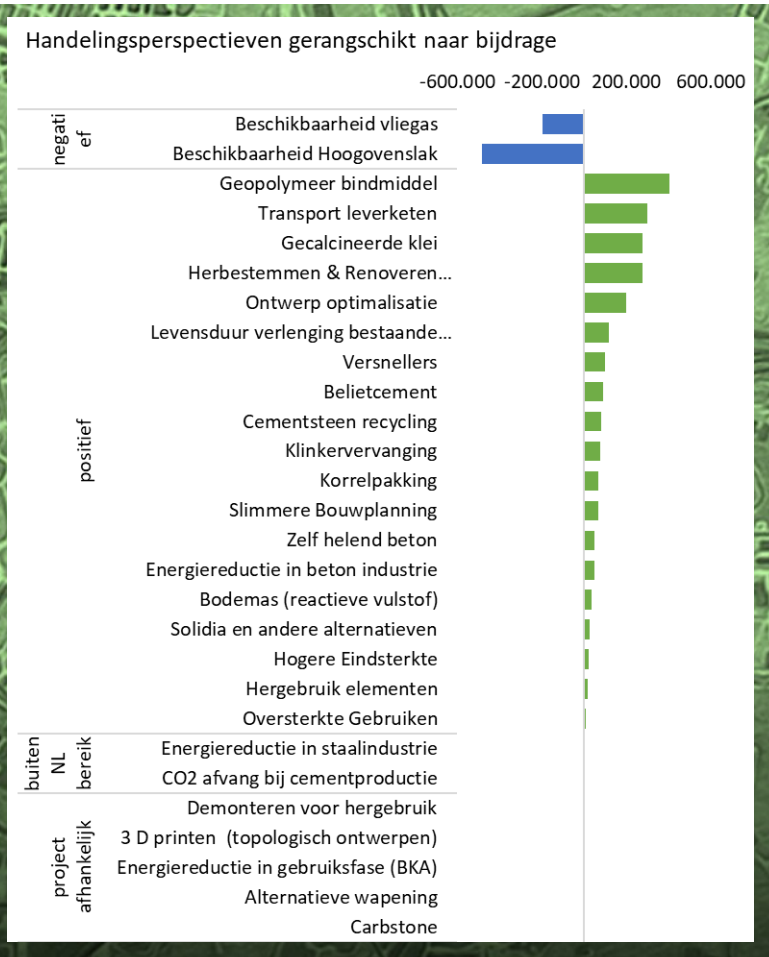




# Handelingsperspectieven en reductie potentieel



BETONAKKOORD





## 5. Alternatief bindmiddel geopolymer



- Geopolymeren zijn alkalisch geactiveerde bindmiddelen, bestaande uit een precursor en alkalische activators.
- Er zijn **vele soorten precursors**, zowel primaire als secundaire grondstoffen, zowel met als zonder verdere opwerkingen. Sommige worden bijvoorbeeld geproduceerd uit afvalstromen door middel van smelten, uit klei door middel van branden of door diverse mechanische opwerkingsprocessen.
- Voordelen ten opzichte van cementbeton:
  - Grote besparing in CO<sub>2</sub>
  - Beter bestand tegen zouten en chemicaliën
  - Beter bestand tegen brand
  - Minder plastische en autogene krimp
  - Veel reststromen zijn toepasbaar
- Nadelen:
  - Andere constructieve eigenschappen
  - Levensduurbepalende eigenschappen zijn nog niet volledig bekend
  - Deels concurrerend met grondstoffen voor cementbeton
  - Aanpassing nodig van productie-installaties
  - Veiligheidsaspecten i.v.m. alkaliteit
- **Voor- en nadelen zijn deels afhankelijk van de soort precursor en de samenstelling van het bindmiddel (precursor + activators).**
- **Stimulansen:** prestatie gebaseerd uitvragen, hoge kosten CO<sub>2</sub> (via MKI), belemmeren storten mineraal afval (slakken, assen, slib etc.) schaarste beschikbaarheid slak.
- **Roadblocks;** nieuwheid, ontbreken kennis, versnipperde kennis (constructief vs materiaalkundig), desinformatie, gebrek aan testcapaciteit, geen routekaart voor implementatie van nieuwe materialen/regelgeving
- **Realiseerbaarheid:** goed, TRL 7-9
- **Samenhang met:** andere alternatieve bindmiddelen betreffende acceptatie/validatie, regelgeving, prestatiegericht inkopen

Start	100% beschikbaar	CO <sub>2</sub> reductie potentieel
2020	2030	404.000 ton/jaar

# Geopolymeerbinder als krachtig handlingsperspectief



- Wat zijn Geopolymeerbinders?
- Hoe kun je deze inzetten en wat zijn de ervaringen?
- Welke obstakels staan (nog) in de weg?

# Wat is een Geopolymeer (of alkalisch geactiveerd bindmiddel)?



2-componenten bindmiddel (vloeibaar activator)  
1-componenten bindmiddel (droog activator)

## 1. Precursor (reactief poeder)

- Metakaolin
- Hoogovenslakken
- Vliegas
- Geactiveerde klei
- ...



Mengen



## 2. Alkalische activator

- NaOH/KOH
- Waterglas
- Alkalicarbonaat/-sulfaat
- ...
- + Water



Bindmiddel

Grote variabiliteit van

- Gebruikelijke grondstoffen
- Samenstelling van de activator
- Combinatie vaste stof + activator



Heeft invloed op

- Technische prestatie
- Ecologische- en
- Economische parameters

Buchwald A.: Was sind Geopolymere? Stand von Forschung und Technik sowie Chancen und Bedeutung für die Fertigteilindustrie. BFT 2006;72(7):42-9.

# Van Geopolymeer → ASCEM cement



## 1. Precursor (reactief poeder)

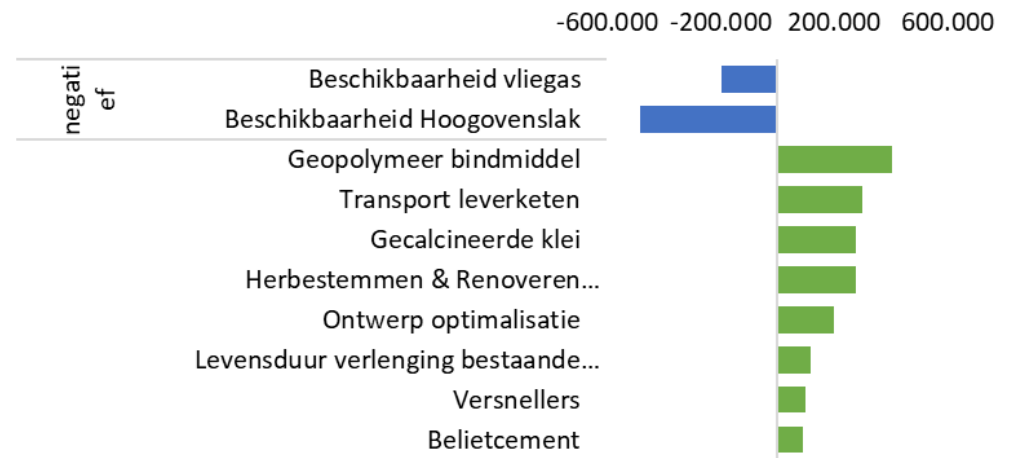
- Metakaolin
- Hoogovenslakken
- Vliegas
- Geactiveerde klei
- ... ASCEM glas + vulstof

Precursor maken? Liefst uit reststoffen? Gaat dat?

Ja! → ASCEM cement

- Smelten van reststoffen of primaire grondstoffen
- smelt afkoelen tot reactief glas

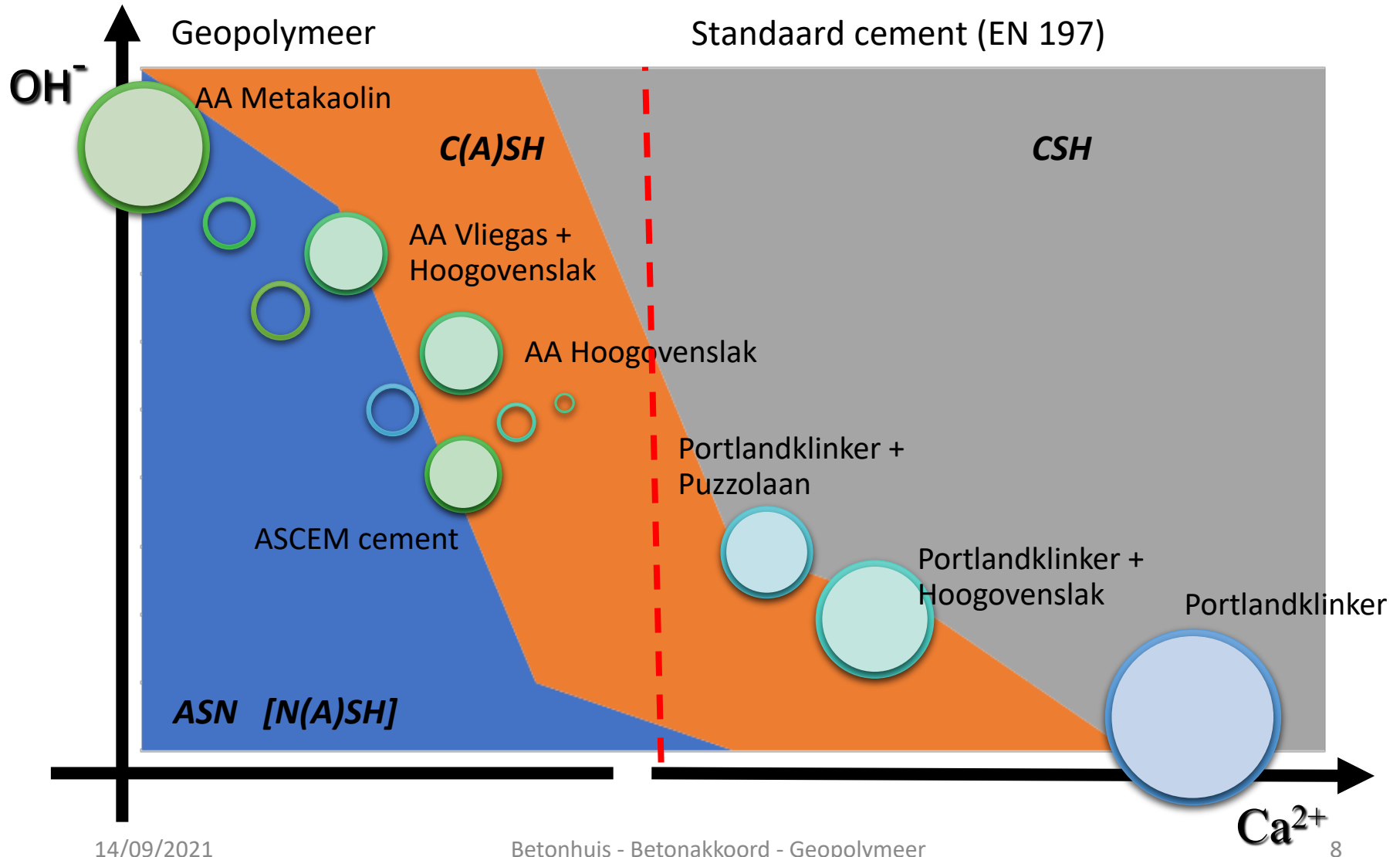
Handelingsperspectieven gerangschikt naar bijdrage



Samenstelling heeft invloed op

- Technische prestatie
- Ecologische- en
- Economische parameters

# Begrenzungen & Overlap Reactieproducten & Milieu impact





# ASCEM® cement vs. andere geopolymeren (b.v. SQAPE)



	Geopolymer	ASCEM® cement
Definitie	Alkalisch geactiveerd binder	Special alkalisch geactiveerd binder
Reactief fase	Afhankelijk van type: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Hoogovenslak</li> <li><input type="checkbox"/> Vliegas</li> <li><input type="checkbox"/> Metakaolin</li> <li><input type="checkbox"/> Andere puzzolanische grondstoffen</li> </ul>	ASCEM® glas, Gesmolten uit verschillende secondaire grondstoffen
Grondstoffen kwaliteit	Verschillend	Verschillend
Kwaliteit reactief fase	Zoals grondstof deze meebrengt (afhankelijk van type langzaam of snel reagerend), kan niet worden verhoogd	Gelijkblijvend hoog
Behoefde aan alkalische activator (reactiviteit)	Metakaolin > vliegas >> hoogovenslak > ASCEM® glas	
Reactiesnelheid	Vliegas << metakaolin < hoogovenslak < ASCEM® glas	
Compensatie van wisselende kwaliteit grondstof	Alleen door maling, mengen en activator	Correctiemateriaal en smelt
Flexibiliteit	Laag, Afhankelijk van grondstofbron en constantheid grondstof	Hoog, Ook andere grondstoffen bruikbaar Meerdere kwaliteiten produceerbaar

# Beton met Geopolymer



- Enkele eigenschappen sterk afhankelijk van samenstelling – dus voorzichtig met algemene statements
- Aardvochtig en plastisch beton kan goed worden geproduceerd, de verdichtbaarheid is meestal beter dan optisch te verwachten valt
- Plastificeerders, vertragers, versnellers van traditioneel beton werken vaak niet. Alternatieven komen op de markt.
- Dichtheid en waterbehoefte van de meeste precursors lager dan van cement (wcf), uitzonderingen zijn metakaolin en metaklei (hoge waterbehoefte!)
- Nabehandeling is belangrijk
- Hechting aan staal of aan verhard beton is heel goed
- Verhouding druksterkte/buigtreksterkte is vaak hoger, E-modulus kan lager zijn
- Ziet er hetzelfde uit als gewoon beton!

# Inzet en ervaring met betonelementen met ASCEM cement



Vanaf 2020 zijn er prefab betonproducten met ASCEM-cement geproduceerd, al toegepast als ook in voorbereiding voor pilotprojecten met RWS, gemeenten en ProRail:

- ❖ Levelblocs voor de Afsluitdijk, proeftuin van RWS voor duurzame oeverbescherming (maart 2021)



- ❖ Dwarsliggers (mei 2021)



- ❖ Rioleringsbuizen project Nijmegen (2020)



- ❖ Bestrating gemeente Ede (2020)



- ❖ Duiker (mei 2021)

- ❖ Fietspadplaten (2021)

- ❖ DEI-project UrbanCement (RVO), demonstratie van de productie en toepassing van ASCEM cement (2016-2021)



# Voorbeelden van projecten met SQAPE



Vanaf 2015 zijn er pilotprojecten in Transportbeton (RAMAC) en prefab betonproducten met SQAPE Geopolymer geproduceerd.

- ❖ Verschillende prefab producten onder de merknamen Reduton (v.d. Bosch Beton) en Cero (Struyk Verwo Infra) zoals straatstenen, graselementen, tegels, banden etc. (vanaf 2015)
- ❖ Fietspad Zeewolde (2017)
- ❖ Ronde Deurningen (2017)
- ❖ KW15 N69 (Voorgespannen fietsbrug met 17m overspanning), uitvoerder Boskalis (2020)





# Obstakels op de weg naar volledige implementatie/acceptatie

## Applicatie

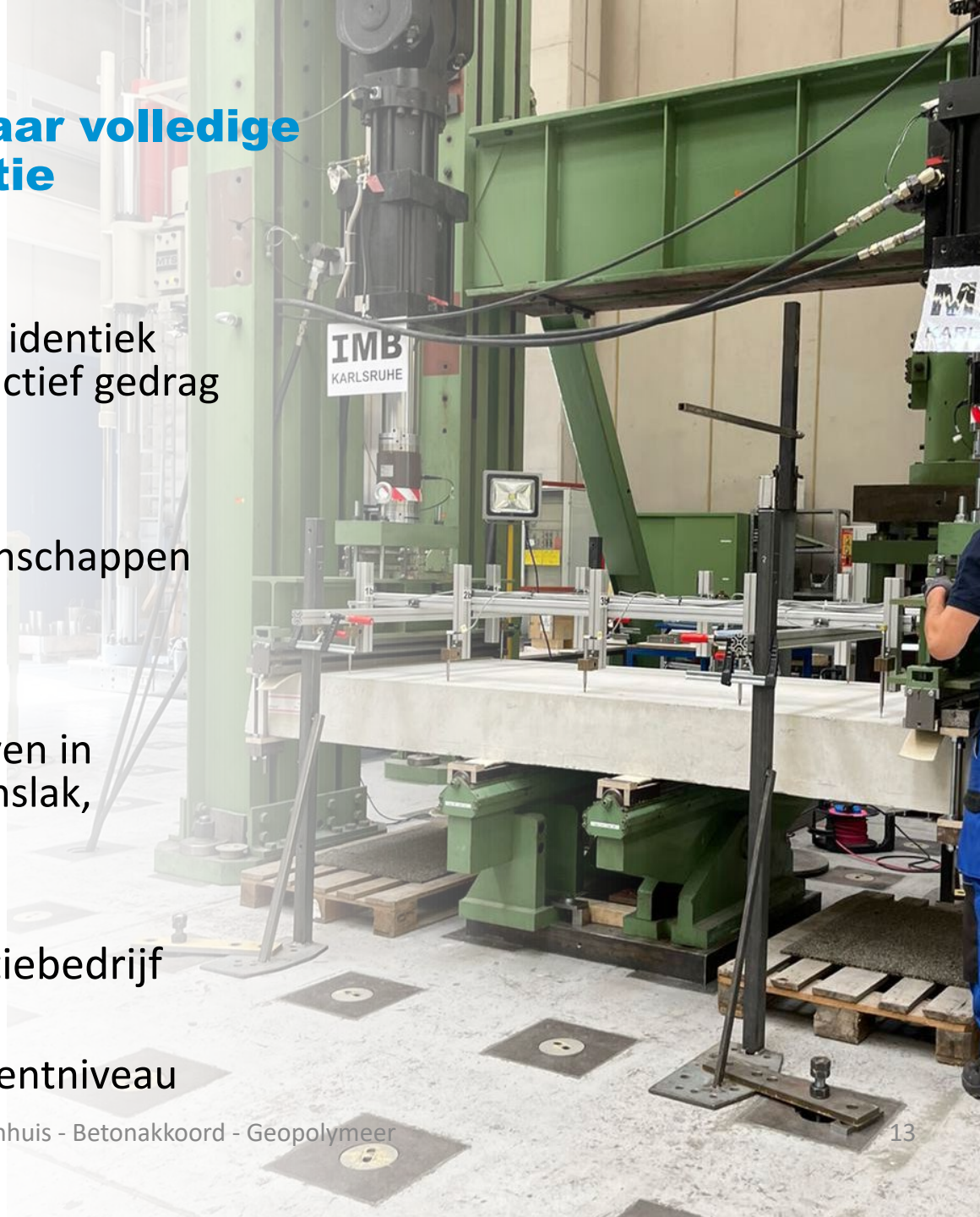
- Materiaaleigenschappen niet identiek aan standaard beton, constructief gedrag & constructief berekeningen
- Levensduur voorspelling
- Manipulatie verwerkingseigenschappen
- Veiligheid

## Grondstoffen

- Ev. concurrentie met additieven in Portlandcementen (hoogovenslak, meta-Klei, vliegias)

## Investment/Kosten

- Investment en bouw productiebedrijf (ASCEM cement)
- Kosten hoger dan huidig cementniveau





## 5. Alternatief bindmiddel geopolymeer



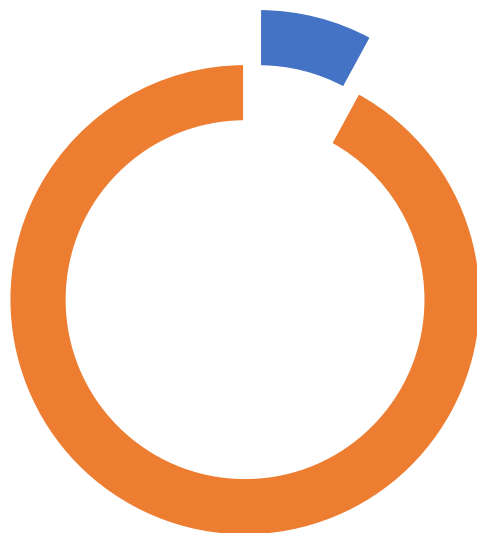
- Geopolymeren zijn alkalisch geactiveerde bindmiddelen, bestaande uit een precursor en alkalische activators.
- Er zijn **vele soorten precursors**, zowel primaire als secundaire grondstoffen, zowel met als zonder verdere opwerkingen. Sommige worden bijvoorbeeld geproduceerd uit afvalstromen door middel van smelten, uit klei door middel van branden of door diverse mechanische opwerkingsprocessen.
- Voordelen ten opzichte van cementbeton:
  - Grote besparing in CO<sub>2</sub>
  - Beter bestand tegen zouten en chemicaliën
  - Beter bestand tegen brand
  - Minder plastische en autogene krimp
  - Veel reststromen zijn toepasbaar
- Nadelen:
  - Andere constructieve eigenschappen
  - Levensduurbepalende eigenschappen zijn nog niet volledig bekend
  - Deels concurrerend met grondstoffen voor cementbeton
  - Aanpassing nodig van productie-installaties
  - Veiligheidsaspecten i.v.m. alkaliteit
- **Voor- en nadelen zijn deels afhankelijk van de soort precursor en samenstelling van het bindmiddel (precursor + activators).**
- **Stimulansen:** prestatie gebaseerd uitvragen, hoge kosten CO<sub>2</sub> (via MKI), belemmeren storten mineraal afval (slakken, assen, slib etc.) schaarste beschikbaarheid slak.
- **Roadblocks;** nieuwheid, ontbreken kennis, versnipperde kennis (constructief vs materiaalkundig), desinformatie, gebrek aan testcapaciteit, geen routekaart voor implementatie van nieuwe materialen/regelgeving
- **Realiseerbaarheid:** goed, TRL 7-9
- **Samenhang met:** andere alternatieve bindmiddelen betreffende acceptatie/validatie, regelgeving, prestatiegericht inkopen

Start	100% beschikbaar	CO2 reductie potentieel
2020	2030	404.000 ton/jaar

# Uitleg in Roadmap



BETONAKKOORD



- Geopolymer met hoogovenslak/klei/vliegas
- Geopolymer route ASCEM

- 100% = ca. 1 Mio t cement (CEM I en CEM III) door Geopolymer vervangen
- Met voorhanden precursor direct van start (b.v. SQAPE)
- 2 fabrieken tot 2030 (ASCEM cement)

- **Stimulansen:** prestatie gebaseerd uitvragen, hoge kosten CO<sub>2</sub> (via MKI), belemmeren storten mineraal afval (slakken, assen, slib etc.) schaarste beschikbaarheid slak.
- **Roadblocks;** nieuwheid, ontbreken kennis, versnipperde kennis (constructief vs materiaalkundig), desinformatie, gebrek aan testcapaciteit, geen routekaart voor implementatie van nieuwe materialen/regelgeving
- **Realiseerbaarheid:** goed, TRL 7-9
- **Samenhang met:** andere alternatieve bindmiddelen betreffende acceptatie/validatie, regelgeving, prestatiegericht inkopen

Start	100% beschikbaar	CO2 reductie potentieel
2020	2030	404.000 ton/jaar

# Hoe kunnen wij de kansen pakken?



- Pakken! Maar gecontroleerd!
- Gemeenschappelijk dragen van de risico's versnelt implementatie
- Wij kunnen met Geopolymeren (en andere alternatief bindmiddelen) niet teruggrijpen op samenstellingseisen en tabelwaarden van materiaaleigenschappen
- Performance bekijken
  - Constructief gedrag/ Construeren
  - Levensduurvoorspelling
  - Uniforme werkwijze/onderzoek/branche brede samenwerking
- Kunnen wij het verschil maken?!

## PROEFTUINEN

### Proeftuin Geopolymeren is in volle gang

De uitvoering van de Proeftuin Geopolymeren is in volle gang. Op initiatief van Bouw-Circulair worden in deze proeftuin negen projecten gemonitord waarin geopolymer beton, ofwel cementloos beton wordt toegepast. Provincie Gelderland is formeel penvoerder, de financiering komt vanuit de Klimaatenvlop van Rijkswaterstaat. Pantheon Performance Foundation is mede de inspirator van deze proeftuin.